

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 8月28日

11050 U.S. PRO
09/940347
08/27/01

出願番号
Application Number:

特願2000-257767

出願人
Applicant(s):

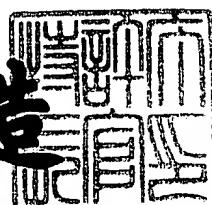
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3048119

【書類名】 特許願
【整理番号】 0000567602
【提出日】 平成12年 8月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03M 07/30
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 納田 重利
【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代表者】 出井 伸之
【代理人】
【識別番号】 100092152
【弁理士】
【氏名又は名称】 服部 肇巖
【電話番号】 0426-45-6644
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 005094
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像圧縮装置及び画像圧縮方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧縮・伸張の過程を経てもとの情報が保存されるリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮装置において、

予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って、

画像信号を入力して前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換する特殊可逆S（S sequential）変換を施し、前記予測対象画素に関する初期予測値を算出するとともに前記特殊可逆S変換後のコンテキストの量子化を行なう変換予測差分処理手段と、

前記コンテキストに基づいて予測補正した後に予測誤差を算出して符号化を行なう予測誤差算出手段と、

前記符号化された画像信号にエントロピー符号化を施すエントロピー符号化手段と、

を備えて画像圧縮信号を生成する特殊変換型コンテキストモデル符号化手段を有することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項2】 前記変換予測差分処理手段は、さらに、前記特殊可逆S変換時に予測による補正を加えることを特徴とする請求項1記載の画像圧縮装置。

【請求項3】 前記予測による補正を加える処理は、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素間の相関評価を最大ならしめるような最適適応処理係数を用いた最適適応処理による予測を行ない、補正を加えることを特徴とする請求項2記載の画像圧縮装置。

【請求項4】 前記変換予測差分処理手段は、さらに、前記特殊可逆S変換を行なった変換係数の各要素間の相関評価を最大ならしめるような最適適応処理係数を算出し、前記最適適応処理係数に基づいて最適予測計算処理を行なうことを特徴とする請求項1記載の画像圧縮装置。

【請求項5】 前記最適適応処理は、さらに、前記相関評価を最大ならしめ

るような所定の代表係数を加味して最適適応処理を行なうことを特徴とする請求項4記載の画像圧縮装置。

【請求項6】 前記変換予測差分処理手段は、前記特殊可逆S変換を行なった変換係数のコンテキストを抽出し、これを量子化して変換係数コンテキストを算出することを特徴とする請求項1記載の画像圧縮装置。

【請求項7】 前記変換予測差分処理手段は、さらに、前記変換係数の分布に従って、前記分布に応じた所定の範囲毎にコンテキスト量子化を行なうことを特徴とする請求項6記載の画像圧縮装置。

【請求項8】 圧縮・伸張の過程を経てもとの情報が保存されるリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮方法において、

予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って、

画像信号を入力し、

前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換する特殊可逆S(Sequential)変換を施して前記予測対象画素に関する初期予測値を算出するとともに前記コンテキストを量子化し、

前記コンテキストを用いて前記予測対象画素に対する初期予測値を適応補正して予測誤差を算出して前記画像信号を符号化し、

前記符号化された画像信号を必要に応じて前記コンテキストを反映してエントロピー符号化して画像圧縮信号を生成する手順を有することを特徴とする画像圧縮方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像圧縮装置及び画像圧縮方法に関し、特に圧縮・伸張の過程を経てもとの情報が保存されるリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮装置及び画像圧縮方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、カラー静止画像の圧縮方式には、圧縮・伸張の過程を経てももとの情報が保存できるリバーシブル画像圧縮（可逆符号化）方式と、圧縮・伸張の過程でなんらかの歪みが生じ完全にはもとどおりにならない非可逆符号化方式とがあり、一般には高い圧縮率を得ることのできる後者が普及している。しかしながら、近年では、デジタルスチルカメラの高解像度（1000*1000以上）化等、画像の高品位が要求されており、画像のアーカイブ（DB）、転送、編集等の過程を経ても画像が劣化しないリバーシブル画像圧縮が求められている。また、医療用画像等、画質劣化が許されないアプリケーションもある。これらに対し、いまだ十分な高圧縮率の画像圧縮手法はない。

【0003】

従来のリバーシブル画像圧縮方式による画像圧縮装置について説明する。図6は、従来のリバーシブル画像圧縮方式における画像圧縮装置の構成図である。従来の画像圧縮装置は、予測誤差を算出する適応切換え式予測差分処理500と、予測誤差のエントロピー符号化を行なうエントロピー符号化圧縮器600とから構成される。適応切換え式予測差分処理500は、画像信号を入力し、いくつかの周辺画素から予測される予測値と対象画素との差分から最も差分が小さい計算モードを選択し、その予測誤差を算出する。また、エントロピー符号化圧縮器600は、適応切換え式予測差分処理500で算出された予測誤差について、ハフマン符号化または算術符号化により、可変長の符号化を行ない、圧縮されたコードを出力する。

【0004】

適応切換え式予測差分処理500の行なう予測差分処理について説明する。予測差分処理では、対象画素 I_x と、その周辺画素から予測した予測値 P_x から最も差分が小さい計算モードを選択し、その差分信号 E_r を算出する。具体例で説明する。図7は、周辺画素と対象画素の配置の一例を示した前置予測関係図である。周辺の既知画素を $x_{u,v}$ (u, v は任意の整数) とすると、予測値 P_x は、

【0005】

【数1】

$$P_x = \text{Predict} \{x_u_v\} \quad \dots (1)$$

と表すことができる。`Predict {}` は、予測値を計算する予測関数である。ここで、選択計算モードを表す特殊コード（適応コード）を `SV` とし、例えば

【0006】

【数2】

$$P1 = x_{10} \text{ なら } SV = 1,$$

$$P2 = x_{01} \text{ なら } SV = 2,$$

$$P3 = \text{Integer} \{ (x_{10} + x_{01}) / 2 \} \text{ なら } SV = 3$$

… (2)

というように決めておく。ここで、`Integer {}` は、整数化する関数である。適応切換え式予測差分処理では、予測値 `P1`、`P2`、`P3` から最も誤差が小さいものが選ばれ、このとき選択された計算モードを表す特殊コード `SV` を付加する。

【0007】

選択された予測値を `SV_x = Selection \{P_x\}` とすると、予測誤差 `Er` は、次の式で得られる。

【0008】

【数3】

$$Er = I_x - SV_x \quad \dots (3)$$

さらに、適当な既知の周辺画素からのコンテキストに応じて予測補正を行ない、かつ、必要ならコンテキストに応じてエントロピー符号化へ反映させるコンテキストモデリング手法がある。適当な既知の周辺画素から算出されるコンテキスト補正值を `C_x` とし、式 (3) にコンテキスト補正值を加味すると、予測誤差 `Er` は、

【0009】

【数4】

$$Er = I_x - SV_x + C_x \dots (4)$$

となる。これは、自然画像のように周辺のコンテキストが相関性を持つ場合には有効な手法である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記説明のような従来のリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮装置は、圧縮率を高くすることができないという問題がある。

【0011】

上記説明のリバーシブル画像圧縮では、ある適当なスキャンブロック、例えばスキャンライン毎に計算モードを可変にしている。このように、画素毎に適応処理をしていないため、適応処理としては不完全である。また、同一スキャンブロックでは固定の計算モードとなるため、画素によっては差分信号が大きくなり予測精度がよくない場合が発生し、スキャンブロック単位の適応処理では圧縮率の向上への寄与が少なくなる。

【0012】

一方、画素毎に適応処理を行ない各画素に特殊コードを付加する場合、情報ビット数が増加して圧縮率が必ずしも向上しない。

このため、計算モードの選択にある定型パターンを用いる予測処理を行なうものもある。例えば、上記説明の周辺画素 x_{-1}_0 、 x_0_1 、 x_1_1 の値を比較した結果に応じて、予測値 P_x の計算モードを選択する手法がある。一例を挙げる。周辺画素 x_{-1}_1 と、周辺画素 x_{-1}_0 、 x_0_1 とを比較し、

【0013】

【数5】

もし、 x_{-1}_1 が (x_{-1}_0, x_0_1) より大ならば、 $P_x = \min(x_{-1}_0, x_0_1)$

もし、 x_{-1}_1 が (x_{-1}_0, x_0_1) より小ならば、 $P_x = \max(x_{-1}_0, x_0_1)$

それ以外ならば、 $P_x = (x_{-1}_0 + x_0_1) / 2$ … (5)
とし、予測値 P_x を算出する。ここで、 $\min(x_{-1}_0, x_0_1)$ は、

x_{-1_0} 、 $x_{_0_1}$ のうちの小さい方を、 $\max(\min(x_{-1_0}, x_{_0_1}))$ は、 x_{-1_0} 、 $x_{_0_1}$ のうち大きい方を選択することを表す。このバリエーションは多々あり、何の評価に基づいて処理を決定するかは様々であるが、実際の画像の特徴に応じた最適処理ではないため、予測精度がよくない場合が発生する。

【0014】

また、コンテキストモデリング処理を施しても、予測精度がよくないため、コンテキストモデリング処理の結果もまた悪くなる。

このように、従来のリバーシブル画像圧縮では、予測精度を向上させることができず、従って圧縮率を向上させることが難しかった。さらに、特殊コードを付加しなければならない等、圧縮率の向上を図る上での障害があった。

【0015】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、リバーシブル画像圧縮において圧縮率を高めることの可能な画像圧縮装置、及び画像圧縮方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明では上記課題を解決するために、圧縮・伸張の過程を経てもとの情報が保存されるリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮装置において、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って、画像信号を入力して前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換する特殊可逆S(Squential)変換を施し、前記予測対象画素に関する初期予測値を算出するとともに前記特殊可逆S変換後のコンテキストの量子化を行なう変換予測差分処理手段と、前記コンテキストに基づいて予測補正した後に予測誤差を算出して符号化を行なう予測誤差算出手段と、前記符号化された画像信号にエントロピー符号化を施すエントロピー符号化手段と、を備えて画像圧縮信号を生成する特殊変換型コンテキストモデル符号化手段を有することを特徴とする画像圧縮装置、が提供される。

【0017】

このような構成の画像圧縮装置では、特殊変換型コンテキストモデル符号化手段は、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って画像信号を入力し、符号化処理を行なう。特殊変換型コンテキストモデル符号化手段を構成する変換予測差分処理手段は、適当な参照可能画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換を施す特殊可逆S変換を施して初期予測値を算出する。また、特殊可逆S変換後のコンテキストを量子化する。予測誤差算出手段は、量子化されたコンテキストに応じて初期予測値の予測補正を行なった後、予測値と予測対象画素との差分を算出し、符号化を行なう。エントロピー符号化手段は、符号化された画像信号をエントロピー符号化して、画像圧縮信号を生成する。このとき、必要であればコンテキストをエントロピー符号化へ反映させる。

【0018】

また、上記課題を解決するために、圧縮・伸張の過程を経てもとの情報が保存されるリバーシブル画像圧縮を行なう画像圧縮方法において、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って、画像信号を入力し、前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換する特殊可逆S変換を施して前記予測対象画素に関する初期予測値を算出するとともに前記コンテキストを量子化し、前記コンテキストを用いて前記予測対象画素に対する初期予測値を適応補正して予測誤差を算出して前記画像信号を符号化し、前記符号化された画像信号を必要に応じて前記コンテキストを反映してエントロピー符号化して画像圧縮信号を生成する手順を有することを特徴とする画像圧縮方法、が提供される。

【0019】

このような手順の画像圧縮方法では、画像信号を入力し、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデリングに従って、前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換

を加味した可逆条件を満たす適當な変換係数を用いて変換する特殊可逆S変換を施して前記予測対象画素の初期予測値を算出する。さらに、コンテキストを量子化し、量子化されたコンテキストに応じて初期予測値の予測補正を行なう。このようにして符号化された画像信号を必要に応じてコンテキストを反映してエントロピー符号化し、画像圧縮信号を生成する。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施の形態である画像圧縮装置の構成図である。

【0021】

本発明に係る画像圧縮装置は、デジタル画像信号を入力し、予測対象画素の周辺に有る参照可能な画素のコンテキストに基づいて適応処理を行なうコンテキストモデルリングに従って画像信号の符号化処理を行なう特殊変換型コンテキストモデル符号化手段100によって画像圧縮信号を生成する。

【0022】

入力するデジタル画像信号は、例えば、CCDデジタルカメラで撮像されたような信号や、フルカラーCG（文字を含む）等である。

特殊変換型コンテキストモデル符号化手段100は、特殊可逆S変換を行ない初期予測値及びコンテキストを算出する変換予測差分処理手段110、予測補正後に予測誤差を算出する予測誤差算出手段120、及び符号化された画像信号をエントロピー符号化するエントロピー符号化圧縮手段130とから構成される。これらの各部による処理は、適當な特殊変換処理された係数にて行ない、相互に関連する。

【0023】

変換予測差分処理手段110は、前記参照可能な周辺画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適當な変換係数を用いて変換する特殊可逆S変換を施して前記予測対象画素の初期予測値を算出するとともに、コンテキストモデルリングのための周辺コンテキストを量子化する。また、必要に応じて、特殊可逆S変換後の変数に対して、最適適応処理を施す。

【0024】

第1に、特殊可逆S変換について説明する。特殊可逆S変換は、可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換する可逆S変換に、シフト変換処理とレンジを一定に保つためのレンジ不变変換処理を行なう変換を指す。

【0025】

可逆S変換の一般式は、画像のコンポーネントをN、変換係数マトリクスをA、入力画像をI、変換出力画像をHとすると、

【0026】

【数6】

$$H = \text{round} \{ A I \},$$

$$I = \text{round} \{ A^{-1} H \} \quad \dots \dots (6)$$

と表わすことができる。ここで、Aは、 $N \times N$ の係数マトリクスで、 A^{-1} が存在するものとする。また、 $\text{round} \{ f(x) \}$ は、ある関数 $f(x)$ を整数化する関数を表わす。

【0027】

シフト変換処理は、任意の α 、 β を用いて、ある関数 $f(x)$ を $f(x - \alpha) - \beta$ にシフトさせる変換処理を行なう。このようなシフト処理を、s処理とし、以下では、要素aのs処理を $(a) . s$ と表現する。

【0028】

レンジ不变変換処理は、レンジを一定に保持するための処理である。以下では、レンジ不变変換処理を $m()$ と表現する。また、逆 $m()$ は、 $i m()$ と表わす。

【0029】

ここで、 A^{-1} をBとし、各要素を小文字で表現し、要素番号をn、また、B、A行列を (n, m) とすると、特殊可逆S変換 $s r s()$ は、式(6)の可逆S変換の上位に係るゆえに、

【0030】

【数7】

$$h_n = \text{round} \{ s r s \{ \text{round} \{ m \{ (a_{n m} i_n) . s \} \} \} \}$$

```

} } } ,
i_n=round(srs{round(im{(b_nm_h_n).s
} } } } ..... (7)

```

と表わすことができる。これが、本発明に係る特殊可逆S変換の変換基本構造式となる。この構造を有する変換は、いろいろあるが、ここではそれらの全てを指し、特に1つの式には限定しない。また、当然のごとく、式(7)を適応的に決定する場合においては、後述する最適適応処理を満たすように制御される場合もある。なお、可逆性が満たされる決定手法は、Ladder NetworkやLeapfrog構造を利用した手法が周知であるが、本発明では、特に限定しない。

[0 0 3 1]

以下では、便宜上、`round(srs{round()})` を `r s r {}` と記すものとする。

上記の説明の特殊可逆 S 変換に、さらに、予測による補正を加え、特殊可逆 S 変換予測拡張とすることも可能である。式 (7) で表わされる特殊可逆 S 変換に予測処理 P_n を加味すれば、拡張変換を「」で表現して、

【0.032】

【数8】

```

h_n=round(srs' {round(m {(a_n_m i_n, P_n). s})})}.
i_n=round(srs' {round(im {(b_n_m h_n, P_n). s})})} ... (8)

```

と表わすことができる。これが、本発明に係る特殊可逆S変換の予測型変換基本構造式となる。この構造を有する変換は、いろいろあるが、ここではそれらの全てを指し、特に1つの式には限定しない。また、当然のごとく、式(8)を適応的に決定する場合においては、後述する最適適応処理を満たすように予測計算も制御される場合もある。予測処理Pは、単純な周辺予測であってもよいが、最も性能を高くするには、後述の最適適応処理と関連した予測処理が行なわれることが望ましい。

【0033】

以下では、便宜上、`round {s r s' {round {}}}` を`r s' r {}` と記すものとする。また、`r s r {}` と`r s' r {}` とを統合した場合は、大文字`RSR {}` で表現するものとする。

【0034】

特殊可逆S変換のコンポーネントが2つの場合の例を示す。式(7)及び式(8)から、

【0035】

【数9】

$$\begin{aligned}
 h_1 &= R S R \{m \{ (a_1_m \ i_1, P_1) . s \} \}, \\
 h_2 &= R S R \{m \{ (a_2_m \ i_2, P_2) . s \} \}, \\
 i_1 &= R S R \{i m \{ (b_1_m \ h_1, -P_1) . s \} \}, \\
 i_2 &= R S R \{i m \{ (b_2_m \ h_2, -P_2) . s \} \} \\
 \dots\dots (9)
 \end{aligned}$$

と表わすことができる。可逆性が持たされるように、`a_1_m`、`a_2_m`、`b_1_m`、`b_2_m`、`s`は適便に決定する。可逆性が満たされる決定手法は、Ladder NetworkやLeapfrog構造を利用した手法などが周知であるが、本発明では限定しない。

【0036】

予測計算の関係が単純な線形結合である場合は、式(9)は、計算が簡素化でき、

【0037】

【数10】

$$\begin{aligned}
 h_1 &= R S R \{m \{ (\sum a_1_m \ i_1 + P_1) . s \} \}, \\
 h_2 &= R S R \{m \{ (\sum a_2_m \ i_2 + P_2) . s \} \}, \\
 i_1 &= R S R \{i m \{ (\sum b_1_m \ h_1 - P_1) . s \} \}, \\
 i_2 &= R S R \{i m \{ (\sum b_2_m \ h_2 - P_2) . s \} \} \\
 \dots\dots (10)
 \end{aligned}$$

とすることができます。

【0038】

Ladder NetworkとLeap flag構造を利用した決定手法について説明する。図2は、 2×2 行行列のLadder Networkの構成図である。

【0039】

一般的な行列変換 $H = AX$ において、 2×2 行行列で、正規化 $ad - bc = 1$ として、変換係数マトリクスAと A^{-1} とは、

【0040】

【数11】

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ (d-1)/b & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ (a-1)/b & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & (1-a)/b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -b & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & (1-d)/b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (11)$$

【0041】

と表すことができる。ここで、 $k_1 = (a-1)/b$ 、 $k_2 = b$ 、 $k_3 = (d-1)/b$ として、図2のLadder構成が実現される。このような構成をLadder Networkという。

【0042】

これらは、次のように整数関数変化しても可逆である。

【0043】

【数12】

$$\begin{aligned} Q &= \text{round} \{x_1 + c_0 x_0 + 1/2\}, \quad c_0 = k_1 \\ H_0 &= \text{round} \{x_0 + c_1 Q + 1/2\}, \quad c_1 = k_2 \\ H_1 &= \text{round} \{Q + c_2 H_0 + 1/2\}, \quad c_2 = k_3 \quad \dots \dots (12) \end{aligned}$$

また、これらは、Leap flag構成で一般化することができる。図3は、

Leap flag構成で一般化した構成図である。これから、

【0044】

【数13】

$$\begin{aligned}
 H0 &= (c00 + c10c11c01) x0 + c11c01x1, \\
 H1 &= c10c11x0 + c11x1, \\
 x0 &= d00H0 + d00d01H1, \\
 x1 &= d00d10H0 + (d11 + d01d00d10) H1 \quad \dots \dots (13)
 \end{aligned}$$

が導かれる。可逆条件は、 $c00d00 = c11d11 = 1$ 、 $c01 = -d01$ 、 $c10 = -d10$ 、である。

【0045】

第2に、最適適応処理について説明する。特殊可逆S変換には、さらに必要に応じて、最適適応処理を加味することができる。最適適応処理は、各要素間の相関評価を最大ならしめるような最適適応関数を算出する処理である。基本的な最適適応処理手法について説明する。

【0046】

最適適応処理では、まず、要素間の相関評価を行なう。相関評価は、要素間類似度Sm、または、距離Dmによって計算し、最適値や手法を選択する。最適選択関数変換SPは、類似度評価を最大ならしめるような周辺要素組からの処理によって得られ、一般的な演算型では、関数fで表現し、p近傍にて、

【0047】

【数14】

$$SP = \text{round} [f (\text{Select} \{x_p\}) \text{ for } \max \{Sm\}] \quad \dots \dots (14)$$

と表すことができる。また、距離Dmの場合は、評価を最小ならしめるような周辺要素組からの処理によって得られ、類似度Smの場合と同様に、

【0048】

【数15】

$$SP = \text{round} [f (\text{Select} \{x_p\}) \text{ for } \min \{Dm\}] \quad \dots \dots (15)$$

と表すことができる。最適選択関数変換 S P は、選択要素 (x_p) の演算出力関数 f により出力され、整数関数出力となる。この関数は、いろいろと存在するが、本発明では特定しない。

【0049】

なお、f () を、パラメータ p、最大重み係数 w_p の線形関数で示せれば、

【0050】

【数16】

$S P = \text{round} \{ [p : a \text{ to } d] \sum w_p * x_p \} \dots \dots (16)$

と等価である。つまり、要素間類似度特徴に応じて、最大重み係数 w_p が可変になる。ただし、ダイナミックレンジを要素と同じにするため、 $[p : a \text{ to } d] \sum w_p = 1$ になるように正規化しておく。

【0051】

上記説明の最適適応処理を特殊可逆 S 変換と結合する。まず、単純結合として、最適予測の要素を p 近傍特殊可逆 S 変換係数 H_p として結合する。これは、特殊可逆 S 変換された変換係数を要素として最適適応する処理である。p 近傍特殊可逆 S 変換係数 H_p を式 (14)、または、式 (15) に当てはめて、

【0052】

【数17】

$S P = \text{round} [f (\text{Select} \{H_p\}) \text{ for } \max \{S_m\}]$
、または、

$S P = \text{round} [f (\text{Select} \{H_p\}) \text{ for } \min \{D_m\}] \dots \dots (17)$

が得られる。

【0053】

また、さらに、要素間の類似度 S_m を最大、あるいは、距離 D_m を最小ならしめる所定の代表係数を加味して最適結合することができる。代表係数を A、B として、特殊可逆 S 変換との最適結合は、式 (17) と同様にして、

【0054】

【数18】

$SP = \text{round} [f (\text{Select} \{H_p, A \text{ or } B\}) \text{ for } m \\ \text{ax} \{Sm\}]$ 、または、

$SP = \text{round} [f (\text{Select} \{H_p, A \text{ or } B\}) \text{ for } m \\ \text{in } \{Dm\}] \dots\dots (18)$

と表すことができる。これは、非常に複雑になり、これを満たした可逆なA、Bを算出する手続きは面倒であるが、最も性能を高くすることができる。処理を簡素にするためには、いくつかの代表係数(A、B)をコードブック化しておき、それらから選択する方法もある。適当な算出方法を選択するとして、本発明では、算出方法について特定はしない。

【0055】

第3に、コンテキストの決定と量子化について説明する。ここでは、特殊可逆S変換後の変換係数に関するコンテキストの決定と量子化、及び最適予測値に対するコンテキスト適応補正を行なう。

【0056】

一般に、p近傍の入力要素 x_p のコンテキストとして、p近傍の濃度勾配等がある。そのコンテキストの種類をCrとし、量子化係数をCqとすれば、全てのコンテキスト数Ctは、 $Cr * Cp$ となる。濃度勾配の場合には、正負の勾配パターンの類似性から、コンテキストの半減化が知られている。だが、本発明では、これらの方法は限定しない。ただし、本発明では、変換係数を利用したコンテキストとする。

【0057】

単純な変換係数コンテキストCtsの量子化について説明する。この場合、単純に先に求めた変換係数 H_p のコンテキストを抽出し、量子化を行なう。濃度勾配 Δ の場合、p近傍とその隣接係数組を $(H_{r-p}, H_{r-p'})$ とすれば、半減処理を絶対値表現(「|」で囲む)とコンテキスト反転符号PCで表現して、

【0058】

【数19】

$$\begin{aligned}\Delta_r p &= H_r p - H_r p' , \\ C_{ts} r p &= |\Delta_r p| , \\ PC &= \text{Sign} \{ \Delta_r p \} \quad \dots \dots (19)\end{aligned}$$

である。

【0059】

さらに、変換処理によって変換係数の分布が大きく異なる場合には、それに応じたコンテキストを適切に定める方が有利である。このような係数依存拡張コンテキスト C_{th} について説明する。変換処理によって変換係数の分布が大きく異なる場合には、適当な n 個の変換ごとにコンテキスト量子化を変える。

【0060】

【数20】

$$\begin{aligned}C_{th} r p_n &= |H_r p_n - H_r p_n'| , \\ PC &= \text{Sign} \{ H_r p_n - H_r p_n' \} \quad \dots \dots (20)\end{aligned}$$

C_{ts} と C_{th} を統合化する表現では、 C_{tx} とする。

【0061】

次に、予測誤差算出手段 120 について説明する。ここでは、量子化されたコンテキストによる初期予測値の適応補正と予測誤差の算出を行なう。

ある場所 x において、予測対象の画素を I_x 、上記説明の変換予測差分処理手段 110 により算出された最適予測値を OP_x 、量子化されたコンテキスト C_{tx} から算出されたコンテキスト補正值を C_x 、予測誤差を E_r とすると、符号化は、

【0062】

【数21】

$$E_r = I_x - OP_x + C_x \quad \dots \dots (21)$$

と表わすことができる。また、復号化は、

【0063】

【数22】

$$I_x = E_r + OP_x - C_x \quad \dots \dots (22)$$

である。

【0064】

次に、エントロピー符号化圧縮手段130について説明する。ここでは、符号化された画像信号にエントロピー符号化処理を施す。特殊可逆S変換、最適適応予測、及びコンテキスト補正処理された符号化された信号は、画像のエントロピーが減少しており、これを適当なエントロピー符号化処理で符号化すれば、画像信号を高く圧縮することができる。エントロピー符号化処理としては、ハフマン符号、算術符号、ゴロムライス符号等が知られている。本発明では、これらの手法のいずれかを適宜選択することとし、手法の特定はしない。当然ながら、符号器を選択する場合には、コンテキストモデルに適したもののが最もふさわしい。

【0065】

このような構成の画像圧縮装置の動作について説明する。図4は、本発明の一実施の形態である画像圧縮装置の処理する画像の周辺画素と対象画素の配置の一例を示している。予測対象の既画素を I_x 、既知画素を x_p ($p = p_u - v$ 、 u 、 v は任意の整数) とする。

【0066】

変換予測差分処理手段110により、特殊可逆S変換、最適適応予測処理、及びコンテキストの量子化を行なう。ここでは、最適適応処理は、類似度で行なうとする。特殊可逆S変換を、 $H\{\cdot\}$ と表わすと、特殊可逆S変換した後の類似度 S_m は、

【0067】

【数23】

$$S_m = S_{\text{imilarity}}\{H(x_p)\} \quad \dots \quad (23)$$

と表わすことができる。類似度 S_m に基づき、要素間の相関評価を最大とする最適要素組 S_P は、

【0068】

【数24】

$$S_P = \text{Select}\{H(x_p)\} \text{ for } \max\{S_m\} \quad \dots \quad (24)$$

と表わすことができる。これに基づき、最適適応予測OPは、

【0069】

【数25】

$OP = \text{round} \{ f(SP) \} \text{ for } \max(Sm) \dots \dots (25)$ となる。
 特殊可逆 S 変換後のコンテキストを抽出し、コンテキストの量子化が行なわれる。
 予測誤差算出手段 120 は、最適適応予測 OP と、コンテキストより算出されるコンテキスト補正值 C_x とから、最適予測誤差 OE_r を算出する。この符号化は、

【0070】

【数26】

$$OE_r = I_x - OP_x + C_x \dots \dots (26)$$

と表わすことができる。エントロピー符号化圧縮手段 130 は、このようにして符号化された画像信号にエントロピー符号化圧縮処理を施し、圧縮画像信号を生成する。

【0071】

次に、本発明に係る画像圧縮方法について説明する。図 5 は、本発明の一実施の形態である画像圧縮方法のフローチャートである。

圧縮処理が開始されると (S10)、初期化 (S11) を実行する。初期化は、各コンテキスト (Ctx) 毎に、予測誤差値累計 $Sum[s][Cn]$ 、ヒストグラム $H[Cn]$ 、予測補正值 $Corr[Cn]$ の初期化を行なう。ここで、 s はモードパラメータ、 Cn はコンテキスト番号である。コンテキストは、既知な周辺画素濃度の特徴を n 組に量子化したものである。特徴として、濃度勾配等が知られているが、本発明では特定しない。

【0072】

続いて、変換適応処理を行なう (S12)。ここでは、特殊可逆 S 変換、コンテキスト抽出、及び予測と差分計算処理とが関連して行なわれる。ある場所 x において、既画素 I_x からの特殊可逆 S 変換係数 H_x を求める。特殊可逆 S 変換関数を $SRS(x)$ 、逆変換関数を $SRSi(x)$ とすると、式 (7) から、符号化は、

【0073】

【数27】

$H_x = SRS(x) = RSR\{m\{(a_{nm} i_n, P_n).s\}\}$
 $_x \dots (27)$

、復号化の場合には、

【0074】

【数28】

$I_x = SRSi(x) = RSR\{im\{(b_{nm} h_n, P_n).s\}\}$
 $_x \dots (28)$

となる。

【0075】

続いて、初期予測値計算を行なう。初期予測値計算は、予測値計算関数をPredict() とすると、場所xのp近傍において初期予測値P_xは、

【0076】

【数29】

$P_x = Predict(H_x_p) \dots (29)$

と表わされる。ここで、H_pは、適当な周辺変換閾値要素である。本発明では、上記説明の最適予測計算処理を含む全ての変換係数からの予測計算を含める。予測関数Predict(H_p)は、最適予測処理の場合には、例えば、最大類似(Similarity) Smの最適の基では、最適選択関数Selectの関数fにて、

【0077】

【数30】

$Predict(H_p) = round(f(Select(H_p))) for max(Sm(H_p)) \dots (30)$

である。距離の場合も同様であり、省略する。

【0078】

続いて、コンテキストの算出を行なう。周辺画素のコンテキストとして、変換係数H_xのp近傍濃度勾配Δ_cを用いる場合、コンテキストCnは、

【0079】

【数31】

$$C_n = C_t \times (\Delta) \quad \dots \dots (31)$$

である。cは、コンテキスト参照用の適当な番号(r_p_n)にて決まる。

【0080】

次に、コンテキスト適応補正の予測誤差計算を行なう(S13)。予測誤差 E_r の計算は、予測補正值 $Corr[C_n]$ を用いて行なう。ある場所 x において、符号化は、

【0081】

【数32】

$$E_r = H_x - P_x + Corr[C_n] \quad \dots \dots (32)$$

、復号化は、

【0082】

【数33】

$$H_x = E_r + P_x - Corr[C_n] \quad \dots \dots (33)$$

によって行なわれる。

【0083】

次に、エントロピー符号化の前処理として、予測誤差 E_r のレベル変換を行なう(S14)。符号化では、レベル変換された予測誤差を $CE_r = ConvL(E_r)$ とする。また、復号化は、 $E_r = ConvL^{-1}(CE_r)$ とする。これらは、モジュロリダクションの手法であればなんでもよい。

【0084】

次に、エントロピー符号化を行なう(S15)。画像圧縮信号を $OutCode$ 、エントロピー符号化／復号化を関数 $Entr()$ で表わすこととし、符号化は、

【0085】

【数34】

$$OutCode = Entr(CE_r(C_n)) \quad \dots \dots (34)$$

と表わすことができる。また、復号化は、

【0086】

【数35】

$$C E r (C_n) = E n t r^{-1} (O u t C o d e) \cdots \cdots (35)$$

と表わすことができる。符号化された圧縮データの出力が行なわれる。

【0087】

さらに、次処理のため、コンテキスト変数の更新計算が行なわれる（S16）。予測誤差値累計 $S u m [s] [C_n]$ と、ヒストグラム $H [C_n]$ が更新される。また、補正関数 $C o r r e c t ()$ によって、予測補正值の計算、

【0088】

【数36】

$$C o r r [C_n] = C o r r e c t (C_n, S u m [] [], H []) \cdots \cdots (36)$$

を算出する。

【0089】

次に、画像の終わりに達したかどうかが、すなわち終了かどうかがチェックされ（S17）、終わりでなければ、S12に戻って変換適応処理からの手順を繰り返す。終わりであれば、処理を終了する（S18）。

【0090】

従来の可逆符号化方式による画像圧縮では、最も圧縮率の高い手法の場合で、1／2程度に圧縮が可能であったが、本発明によれば、特殊可逆S変換及びコンテキストモデリングの補正と合せることにより、従来の手法より符号化後のエントロピーが減少しており、1／3以下程度にまで圧縮することができる。

【0091】

なお、上記の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、画像圧縮装置が有すべき機能の処理内容は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムに記述しておく。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理がコンピュータで実現される。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気記録装置や半導体メモリ等がある。市場に流通させる場合には、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)やフロッピーディスク等の可搬型記録媒体にプログラムを格納して流通させ

たり、ネットワークを介して接続されたコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを通じて他のコンピュータに転送することもできる。コンピュータで実行する際には、コンピュータ内のハードディスク装置等にプログラムを格納しておき、メインメモリにロードして実行する。

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の画像圧縮装置では、画像信号を入力し、コンテキストモデリングに従って符号化処理を行なう。まず、適当な参照可能画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した特殊可逆S変換を施して初期予測値を算出するとともに、周辺のコンテキストの量子化を行なう。前記コンテキストに基づいて予測補正を行ない、予測誤差を算出して入力した画像信号の符号化を行なう。続いて、符号化された画像信号をエントロピー符号化する。

【0093】

このように、特殊可逆S変換による初期情報の減少と、コンテキストモデリングの補正とにより、符号化後のエントロピーが減少している。これを適当なエントロピー符号化器で符号化すれば、画像信号を高く圧縮することができる。この結果、圧縮性能の高いリバーシブル画像圧縮が可能となる。

【0094】

また、本発明の画像圧縮方法では、画像信号を入力し、コンテキストモデリングに従って、特殊可逆S（S e q u e n t i a l）変換を施して初期予測値を算出する。さらに、コンテキストを量子化し、初期予測値の予測補正を行ない、予測誤差を算出して符号化を行なう。符号化された画像信号がエントロピー符号化されて、画像圧縮信号が生成される。

【0095】

このように、特殊可逆S変換を施して初期予測値を算出し、コンテキストによる予測補正を行なうことにより、符号化後のエントロピーが減少する。これを適当なエントロピー符号化器で符号化すれば、画像信号を高く圧縮することができる。この結果、圧縮性能の高いリバーシブル画像圧縮が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態である画像圧縮装置の構成図である。

【図2】

2*2行行列のL a d d e r N e t w o r k の構成図である。

【図3】

L e a p f l a g 構成で一般化した構成図である。

【図4】

本発明の一実施の形態である画像圧縮装置の処理する画像の周辺画素と対象画素の配置の一例を示している。

【図5】

本発明の一実施の形態である画像圧縮方法のフローチャートである。

【図6】

従来のリバーシブル画像圧縮方式における画像圧縮装置の構成図である。

【図7】

周辺画素と対象画素の配置の一例を示した前置予測関係図である。

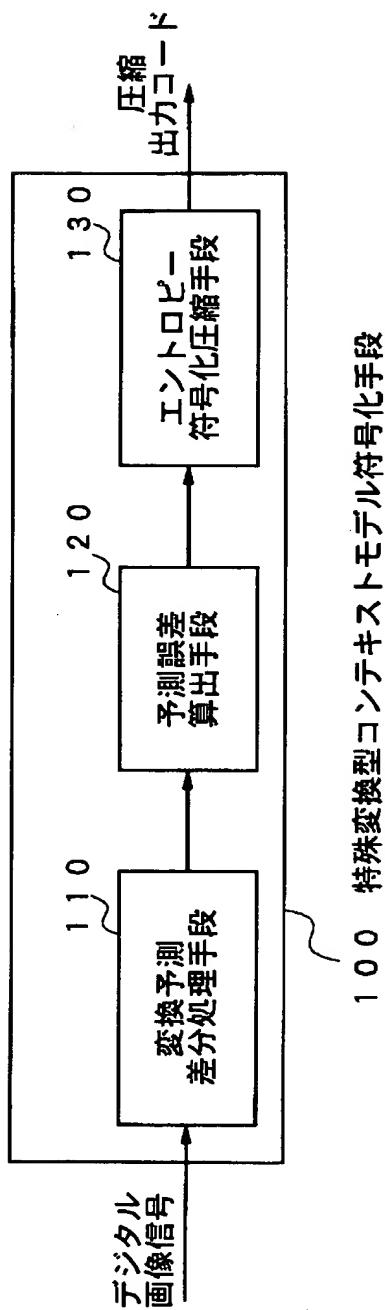
【符号の説明】

1 0 0 …特殊変換型コンテキストモデル符号化手段、 1 1 0 …変換予測差分処理手段、 1 2 0 …予測誤差算出手段、 1 3 0 …エントロピー符号化圧縮手段

【書類名】

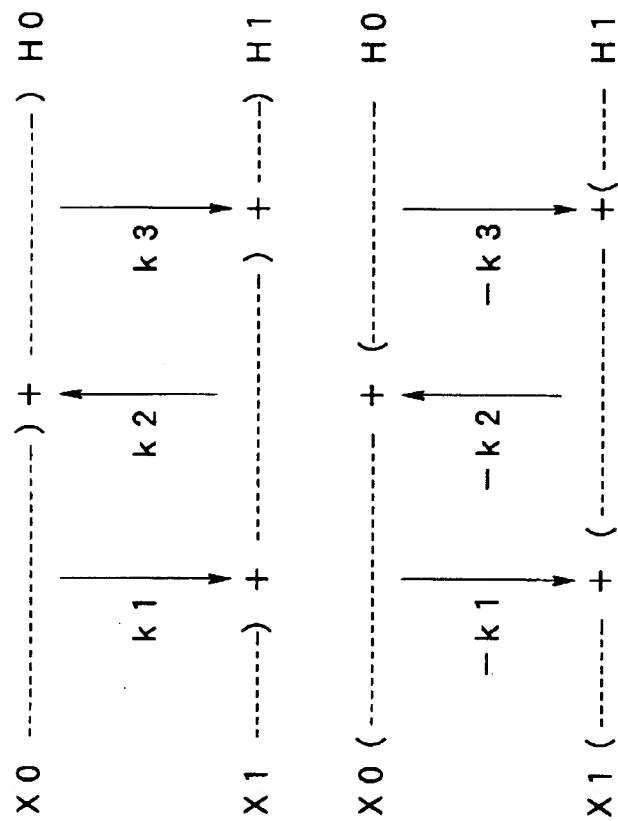
図面

【図1】

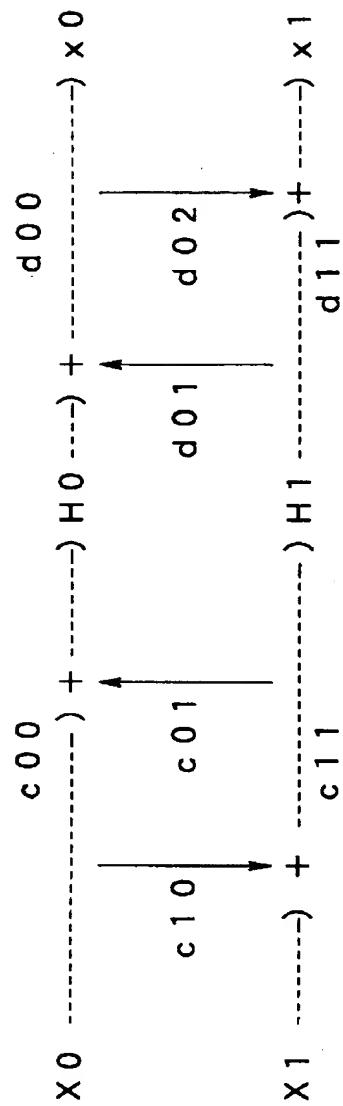


100 特殊変換型コンテキストモデル符号化手段

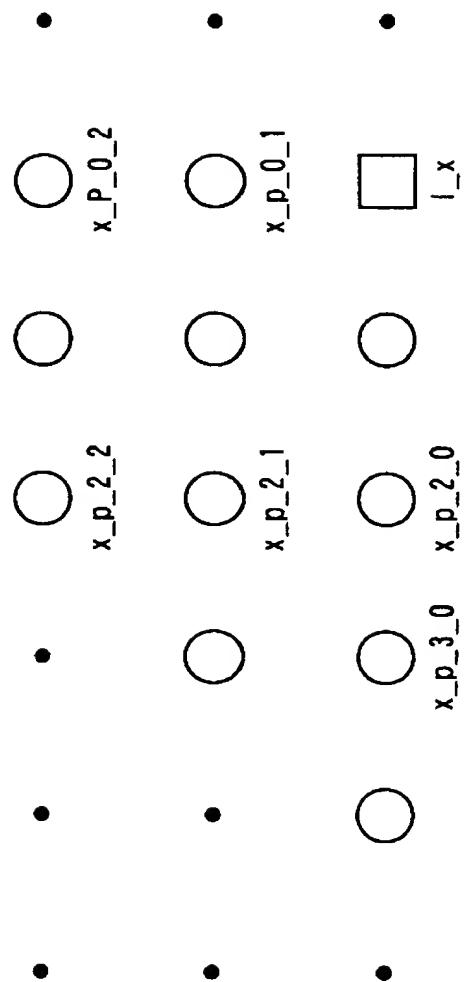
【図2】



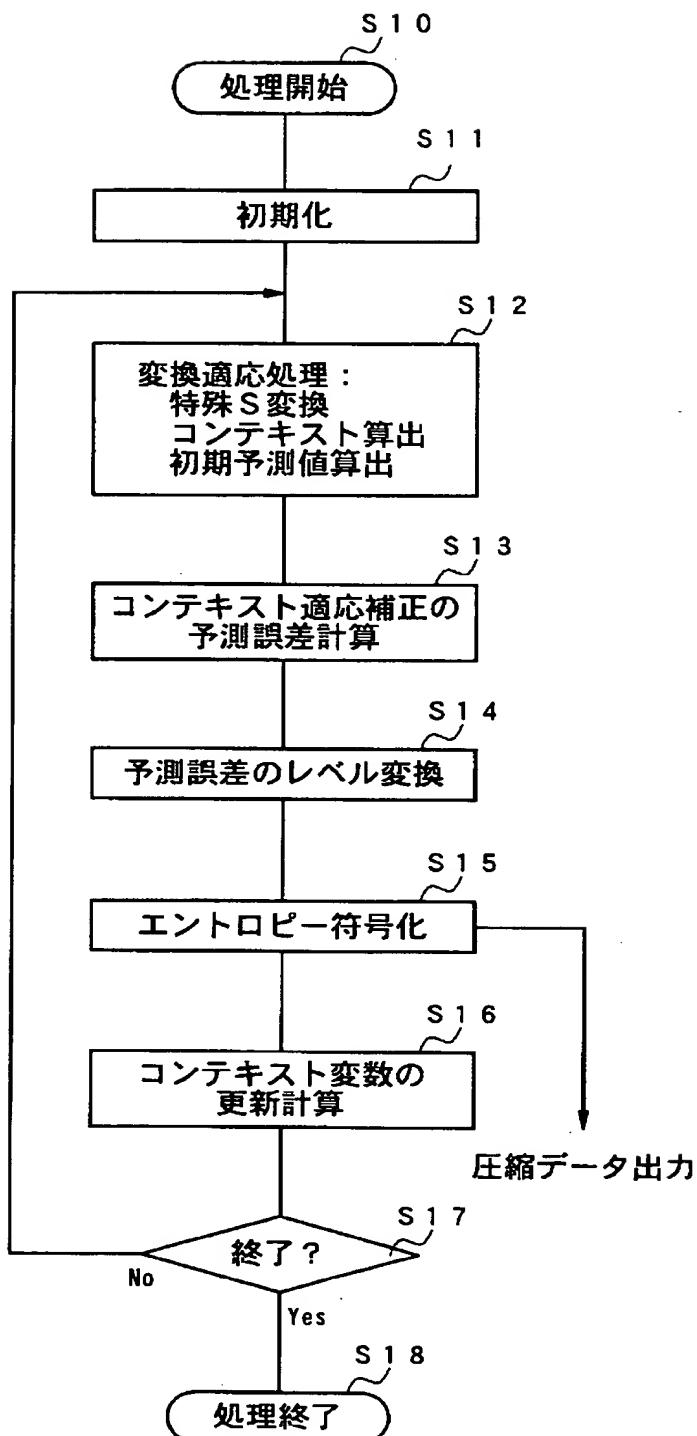
【図3】



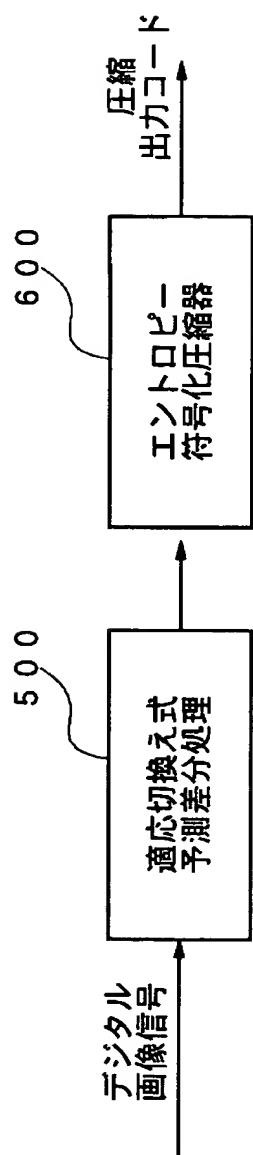
【図4】



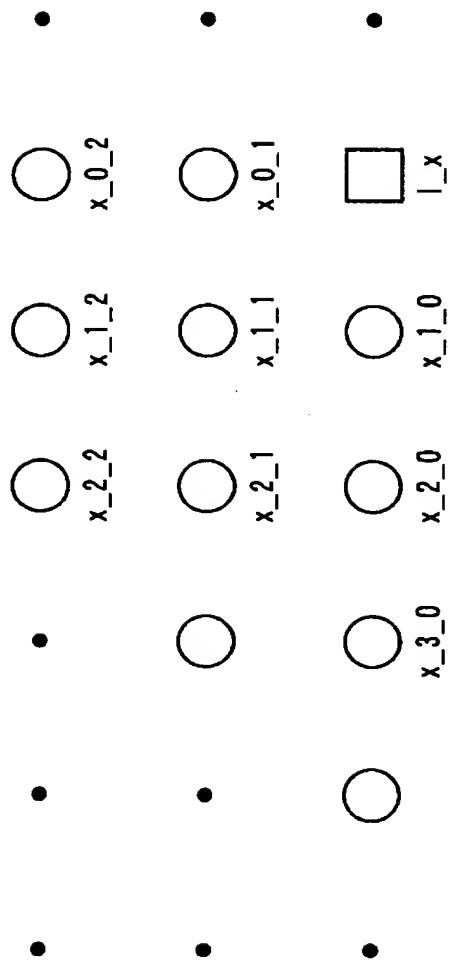
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リバーシブル画像圧縮において画像圧縮率を向上させる。

【解決手段】 特殊変換型コンテキストモデル符号化手段100は、コンテキストモデリングに従って画像信号を入力し、符号化処理を行なう。変換予測差分処理手段110は、適当な参照可能画素にシフト変換及びレンジ不变変換を加味した可逆条件を満たす適当な変換係数を用いて変換を施す特殊可逆S変換を施して初期予測値を算出する。また、特殊可逆S変換後のコンテキストを量子化する。予測誤差算出手段120は、量子化されたコンテキストに応じて初期予測値の予測補正を行なった後、予測値と予測対象画素との差分を算出し、符号化を行なう。エントロピー符号化圧縮手段130は、符号化された画像信号をエントロピー符号化して、画像圧縮信号を生成する。このとき、必要であればコンテキストをエントロピー符号化へ反映させる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-257767
受付番号	50001090583
書類名	特許願
担当官	佐藤 一博 1909
作成日	平成12年 9月 6日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100092152
【住所又は居所】	東京都八王子市東町9番8号 八王子東邦生命ビル 服部特許事務所
【氏名又は名称】	服部 毅巖

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社